

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP410284710A

PAT-NO: JP410284710A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10284710 A

TITLE: SOLID-STATE IMAGE-PICKUP ELEMENT, MANUFACTURE
THEREFOR, AND SOLID-STATE
IMAGE-PICKUP DEVICE

PUBN-DATE: October 23, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OGAWA, TOSHIHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NEC CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09090579

APPL-DATE: April 9, 1997

INT-CL (IPC): H01L027/14;H01L027/148 ;H04N005/335

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the mechanical strength of an on-chip
for

raising the sensitivity and simplify and structure of a case by embedding a
second transparent film which is higher in refractive index than that of the
first transparent film in each first recess.

SOLUTION: A solid-state image-pickup device which is provided with a
solid-state image-pickup element chip 25 which has a first transparent film 12
on photoelectric conversion parts 05 arranged in large numbers on a substrate
01, and has a recess 15-1 deepening monotonically as it goes towards the
center

of the first transparent film 12 in the position applicable to the top of each
photoelectric conversion part 05, and in each recess 15-1 of which second

transparent film 16 which is higher in refractive index than that of the first transparent film 12 is buried and a transparent sealing material 28 in close contact with the topside of the solid-state image-pickup element chip 25. Accordingly, the solid-state image-pickup element has a lens which is provided with a first transparent film and a first recess and in which the second transparent film is embedded, so that it is hardly subjected to mechanical damages, and even if dust adheres, it can be removed, using a blower or the like, so that cost can be reduced.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-284710

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 27/14

H 0 1 L 27/14

D

27/148

H 0 4 N 5/335

V

H 0 4 N 5/335

H 0 1 L 27/14

B

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平9-90579

(22)出願日

平成9年(1997)4月9日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 小川 智弘

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

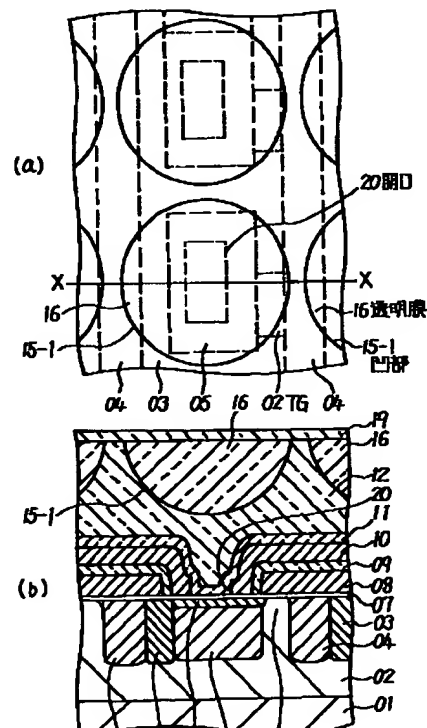
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 固体撮像素子、その製造方法及び固体撮像装置

(57)【要約】

【課題】固体撮像素子の感度を向上させるためのオンチップの機械的強度を改善し、ケースの構造を簡単にすることであった。

【解決手段】酸化シリコン膜などからなる透明膜12に等方性エッチにより凹部15-1を形成し、この中に窒化シリコン膜でなる高屈折率の透明膜16を埋設し、上面を平坦化することによりレンズとしている。このため機械的強度が高く、耐熱性が高い。またレンズ上面に空間を必要としないため、ケースが簡素化でき、コスト低減できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に多数配置された光電変換部上に表面が平坦な第1の透明膜を有し、前記各光電変換部の上にあたる位置の前記第1の透明膜に中心部にいくに従い単調に深くなる第1の凹部をそれぞれ有し、前記各第1の凹部に前記第1の透明膜よりも屈折率が高い第2の透明膜がそれぞれ埋設されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 第2の透明膜が単層膜である請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 第2の透明膜が第1の透明膜よりも屈折率が高い第3の透明膜を含む多層膜である請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項4】 第2の透明膜の表面が平坦である請求項2又は3記載の固体撮像素子。

【請求項5】 第2の透明膜に第2の凹部を有している請求項1、2又は3項記載の固体撮像素子。

【請求項6】 基板上に多数配置された光電変換部上に第1の透明膜を形成する工程と、第1の透明膜を耐エッチング性膜で被覆し前記各光電変換部の上に当たる位置近傍にそれぞれ開口を形成する工程と、前記第1の透明膜を前記耐エッチング性膜の前記各開口部より等方性エッチングを行い前記各開口部を中心とする第1の凹部をそれぞれ形成する工程と、前記各第1の凹部に前記第1の透明膜よりも屈折率が高い第2の透明膜をそれぞれ埋設する工程とを有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項7】 第1の凹部を形成した後第1の液状物質を全面に塗布する工程と、前記第1の液状物質を固化させそれと同時に体積を縮減させ前記各第1の凹部底部にその中心に近づくにしたがい厚さが厚くなりかつ上部が凹んでいる第2の透明膜をそれぞれ形成する工程とを有し、前記第2の透明膜が前記第1の透明膜よりも屈折率が高い請求項6記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項8】 第1の凹部を形成した後第1の液状物質を全面に塗布する工程と、前記第1の液状物質を固化させそれと同時に体積を縮減させ前記各第1の凹部底部にその中心に近づくにしたがい厚さが厚くなりかつ上部が凹んでいる第3の透明膜をそれぞれ形成し、前記各第3の透明膜上部に第4の透明膜を埋設することにより第2の透明膜を形成する工程とを有し、前記第3または前記第4の透明膜の少なくとも一方が前記第1の透明膜よりも屈折率が高い請求項6記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項9】 第1の液状質はシリカ塗布液である請求項7又は8記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項10】 第1の透明膜の等方性エッチングに対するエッチングレートがその表面から厚さ方向に遅くなる性質を有している請求項6記載の固体撮像素子の製造

【請求項11】 不純物濃度が表面から厚さ方向に減少して分布している酸化シリコン膜を第1の透明膜として形成する固体撮像素子の製造方法。

【請求項12】 酸化シリコン膜を堆積し不純物をイオン注入する請求項11記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項13】 不純物ソースガスの供給量を制御しつつCVD法で酸化シリコン膜を堆積する請求項11記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項14】 基板上に多数配置された光電変換部上に第1の透明膜を有し、前記各光電変換部の上にあたる位置の前記第1の透明膜の中心部にいくに従い単調に深くなる凹部をそれぞれ有し、前記各凹部に前記第1の透明膜よりも屈折率が高い第2の透明膜がそれぞれ埋設されている固体撮像素子チップと、前記固体撮像素子チップの上面に密着して透明封止材が設けられていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項15】 透明封止材の上面に撮影レンズが設けられている請求項14記載の固体撮像装置。

【請求項16】 撮影レンズが透明封止材と一体の固定焦点レンズである請求項15記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は固体撮像素子、その製造方法及び固体撮像装置に関し、特に高感度の固体撮像素子、その製造方法及び固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】以下、現在もっと広く用いられているCCD型固体撮像素子を例にあげて説明するが、MOS型など他の撮像素子についても同様の当てはめることができる。

【0003】従来、高感度の固体撮像素子としては図10に示した第1の従来例があった。

【0004】この第1の従来例の固体撮像素子は、N型シリコン基板01（表面部にPウェル2を有している）表面近傍にN型拡散層05を有するフォトダイオード、その横に読出ゲート領域02TGを介してN型の電荷転送領域04を有し、またシリコン基板にはゲート絶縁膜07を有し、その上に電荷転送電極08を有し、その上に酸化シリコン膜09をはさんで遮光膜10を有し、この遮光膜10のN型拡散層05の上に当たる部分に開口20を有している。更に、絶縁膜11及び平坦化膜21を有し、この平坦化膜21の開口20の直上に当たる位置にオンチップレンズ22を有していた。平坦化膜21は通常フォトレジストなどの塗布膜を焼き固めて形成され、またオンチップレンズ22は、リソグラフィ技術によりフォトレジスト膜などのパターンを形成したのち150～200℃熱硬化させ半球状にしていた。

【0005】また、第2の従来例として、図11に示したものがあり、日本国特許特許公開平成2年第6517

【0006】これは遮光膜10と転送電極08によって囲まれた、N型拡散層05の上のくぼみをシリカガラス23と屈折率の高い窒化シリコン膜などで埋設し、上面を平坦化し凸レンズ24を形成していた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の固体撮像素子のうち、現在広く用いられている第1の従来例ではオンチップレンズ22はフォトリソ膜を熱処理することにより形成しているのが強度で低く、また凸状であるので傷につきやすくまたゴミがのこりやすく一旦ゴミが付着すると除去が困難である。このため従来の固体撮像素子を扱う半導体装置製造ラインは拡散終了後も組立工程終了後までは換気の高清浄度を保つ必要があり、ライン設備に多大な費用がかかる。

【0008】またケースに組み立てる際、レンズ22の上は空間を設けるか、またはレンズ22にくらべ十分に屈折率の低い物質を充填する必要がある。さもないとレンズ作用をしなくなる。

【0009】このためケースの構造が複雑になり高価になった。最近ではパソコンカメラや電子スチルカメラ、ドアーホンカメラなど安価な製品が多く、そのため固体撮像素子のコストも低減する必要がある。ところが、従来の固体撮像素子では上述したようにチップを載せるケースにかなりのコストがかかり、コスト低減の妨げとなっていた。

【0010】また、第2の従来例では、第1の従来例の傷につきやすく、ゴミが付着し易い欠点は改善されるものの凸レンズ24は電荷転送電極08で囲まれた絶縁膜11のくぼみに形成されるので、電荷転送電極08の直上などは凸レンズ24が形成されず、この部分への入射光は無駄になるので、感度が低下するという問題がある。

【0011】本発明の目的は、感度を犠牲にすることなく、第1の従来例のもつ上述の問題点の改善された固体撮像素子、その製造方法及び固体撮像装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の固体撮像素子は、基板上に多数配置された光電変換部上に表面が平坦な第1の透明膜を有し、前記各光電変換部の上にあたる位置の前記第1の透明膜に中心部にいくに従い単調に深くなる第1の凹部をそれぞれ有し、前記各第1の凹部に前記第1の透明膜よりも屈折率が高い第2の透明膜がそれぞれ埋設されているというものである。

【0013】この場合、第2の透明膜は単層膜であってもよいし、第1の透明膜よりも屈折率が高い第3の透明膜を含む多層膜であってもよい。又、第2の透明膜の表面は平坦であってもよいし、第2の凹部を有していてもよい。

上に多数配置された光電変換部上に第1の透明膜を形成する工程と、前記第1の透明膜を耐エッチング性膜で被覆し前記各光電変換部の上にあたる位置近傍にそれぞれ開口を形成する工程と、前記第1の透明膜を前記耐エッチング性膜の前記各開口部より等方性エッチングを行い前記各開口部を中心とする第1の凹部をそれぞれ形成する工程と、前記各第1の凹部に前記第1の透明膜よりも屈折率が高い第2の透明膜をそれぞれ埋設する工程とを有するというものである。

10 【0015】この場合第1の凹部を形成した後第1の液状物質を全面に塗布する工程と、前記第1の液状物質を固化させそれと同時に体積を縮減させ前記各第1の凹部底部にその中心に近づくにしたがい厚さが厚くなりかつ上部が凹んでいる第2の透明膜をそれぞれ形成する工程とを有し、前記第2の透明膜が前記第1の透明膜よりも屈折率が高いものとして行うことができる。

20 【0016】更に第1の凹部を形成した後第1の液状物質を全面に塗布する工程と、前記第1の液状物質を固化させそれと同時に体積を縮減させ前記各第1の凹部底部にその中心に近づくにしたがい厚さが厚くなりかつ上部が凹んでいる第3の透明膜をそれぞれ形成し、前記各第3の透明膜上部に第4の透明膜を埋設することにより第2の透明膜を形成する工程とを有し、前記第3または前記第4の透明膜の少なくとも一方が前記第1の透明膜よりも屈折率が高いものとして行うことができる。

【0017】更に又、第1の液状質としてシリカ塗布液を使用することができる。

30 【0018】あるいは、第1の透明膜の等方性エッチングに対するエッチングレートがその表面から厚さ方向に遅くなる性質を有しているものとして行うことができる。

【0019】この場合、不純物濃度が表面から厚さ方向に減少して分布している酸化シリコン膜を第1の透明膜として形成することができる。酸化シリコン膜を堆積し不純物をイオン注入してもよいし、不純物ソースガスの供給量を制御しつつCVD法で酸化シリコン膜を堆積してもよい。

40 【0020】本発明の固体撮像装置は、基板上に多数配置された光電変換部上に第1の透明膜を有し、前記各光電変換部の上にあたる位置の前記第1の透明膜の中心部にいくに従い単調に深くなる凹部をそれぞれ有し、前記各凹部に前記第1の透明膜よりも屈折率が高い第2の透明膜がそれぞれ埋設されている固体撮像素子チップと、前記固体撮像素子チップの上面に密着して透明封止材が設けられているというものである。

【0021】この場合、透明封止材の上面に撮影レンズが設けられていてもよい。撮影レンズは透明封止材と一体の固定焦点レンズであってもよい。

【0022】本発明の固体撮像素子は、第1の透明膜の第1の凹部に埋設して第2の透明膜を設け、これらの屈

2の透明膜の表面を凸状にしなくてよい。更に、第1、第2の透明膜を無機絶縁膜とすることにより、硬質にできる。又、第2の透明膜の表面を平坦にすると、ケースに組み立てるとき、チップ上に空間を設けなくてもレンズ作用は変わらない。更に、第2の透明膜に第2の凹部を設けても、屈折率差を大きくしてレンズ作用を強くしておけば、チップ上に空間を設けなくても総合的に十分なレンズ作用を保つことができる。

【0023】このような本発明の固体撮像素子を透明封止材によりケースに組み立てることができる。その場合、透明封止材と一体化して固定焦点レンズを設けることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】図1(a)は本発明の固体撮像素子の第1の実施の形態を示す平面図、図1(b)は図1(a)のX-X線断面図である。

【0025】この実施の形態は、N型シリコン基板01の表面部にPウェル02を有している。Pウェル02の表面部にはP型の素子分離領域03で区画されたN型拡散層05(表面にP⁺型拡散層06を有している。)が複数個配置されてフォトダイオード列を構成している。このフォトダイオード列と平行にN型の電荷転送領域04(埋込みチャネル)が設けられている。フォトダイオード列と埋込みチャネルとを含んで画素列が構成され、複数の画素列が並列配置されて撮像領域が構成される。各N型拡散層05と電荷転送領域04との間にそれぞれ読出ゲート領域02TGが設けられている。読出ゲート領域とこれに隣接する電荷転送領域04はゲート絶縁膜07を介して第1の電荷転送電極08で被覆されている。第1の電荷転送電極08は画素列の各画素毎にそれぞれ1個もつけられ、更に電荷転送領域04の走向方向(垂直方向)と直交する方向(水平方向)に配置されている各画素列の第1の電荷転送電極08は相互に連結されている。水平方向に連結された第1の電荷転送電極の間には第2の電荷転送電極(図示しない)が設けられている。

【0026】第1、第2の電荷転送電極は酸化シリコン膜09を介して遮光膜10で被覆されている。遮光膜10にはN型拡散層04上に開口20が設けられている(ここまでの構造はCCD固体撮像素子として普通のものであり本発明に特有のものではない)。更に、絶縁膜11及び表面が平坦な第1の透明膜12を有し、第1の透明膜12のN型拡散層05(光電変換部)の直上にあたる部分に、半球面状の凹部15-1を有し、この凹部15-1に第2の透明膜16が埋設されており、第2の透明膜16の光の屈折率は第1の透明膜12の屈折率に比べ高くなっており、凸レンズを形成している。

【0027】次に、第1の実施の形態の製造方法について説明する。

コン基板01表面にP型不純物を導入し、Pウェル02を形成する。次にP型の素子分離領域03、N型の電荷転送領域04、N型の拡散層05(光電変換部)、P⁺型領域06(N型拡散層05の表面に形成されている)をそれぞれ不純物を導入して形成する。

【0029】次に、図2(b)に示すように、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜の多層膜または単層膜より成るゲート絶縁膜07を形成する。次に、リンなどを含むポリシリコン膜を堆積後パターニングし、第1の電荷転送電極08を形成する。次に熱酸化により第1の電荷転送電極08の表面及び側面を酸化し酸化シリコン膜を形成する。次に、ポリシリコン膜を堆積後パターニングして図示しない第2の電荷転送電極を形成し、その表面及び側面を酸化シリコン膜などで被覆したのちアルミニウム膜やタングステン膜またはこれらを積層した多層膜を例えば膜厚200nm~500nmの膜厚に堆積しパターニングを行い、遮光膜10と開口20を形成する。次に絶縁膜11を堆積する。ここまでは、ごく普通のCCD固体撮像素子や第1の従来例の場合と同じである。

【0030】つぎに、図2(c)に示すように、第1の透明膜12、例えば酸化シリコン膜を厚さ2~5μm程度に堆積する。この厚さはレンズ(16)の焦点距離などに対応して適宜決めればよい。又、第1の透明膜12にリンやボロンなどを含む酸化シリコン膜を用いれば、応力によるクラックが起きにくい。また、応力緩和のために応力の異なる多層の膜を形成してもよい。また第1の透明膜上部の平坦性を高める必要がある場合には、CMP(ケミカル・メカニカル・ポリッシュ)法により平坦化を行ってもよい。

【0031】つぎに、フォトリソ膜13により各N型拡散層05の直上にそれぞれ小さな開口14を設ける。つづいて、希フッ酸溶液などにより透明膜12を等方性エッチングを行う。これにより透明膜12に半球状のくぼみ(凹部15-1)が形成される。この等方性エッチングは、フォトリソ膜が剥れて漂うようになる直前まで行なうことができるが、個々の製品において感度などの特性が最も良くなるように、エッチング時間を調整すればよい。透明膜12の上に窒化シリコン膜などの耐エッチング性膜(図示しない)を形成したのち、フォトリソ膜13をマスクにこの耐エッチング性膜をエッチングすることにより開口を形成し、それをマスクに透明膜12を等方性エッチングしてもよい。

【0032】つぎに、図1に示すように、くぼみ(第1の凹部15)に透明膜16を埋設し、透明膜12とてほぼ表面が平坦になるようにする。透明膜16は窒化シリコン膜(屈折率約2.0)など透明膜12(酸化シリコン膜の屈折率は約1.6)よりも屈折率の高いものを使用する。つぎに透明膜12、16の上部をCMP法などにより平坦化するのが好ましい。つぎに窒化シリコン膜

る。

【0033】フォトリソ膜13のパターンはN型拡散層05や遮光膜10の開口形状により適宜変更してもよい。例えば撮像素子の画素が長方形の場合、フォトリソ膜13の開口14パターンも細長くすれば、形成されるレンズ17の平面形状も長円形状となり、撮像領域に入った光を無駄なく効率的にN型拡散層05に導くことができる。

【0034】またレンズの焦点距離は、透明膜12、16の屈折率の比と、第1の凹部15-1の曲率半径によりきまるので、第1の透明膜12の厚さと、これらのパラメータを最適な値に設定すればよい。

【0035】光電変換部(N型拡散層05)毎に設けられたレンズが表面から突き出た形になっていないので傷損をうけにくい。又、フォトリソ膜などに比較して硬い酸化シリコン膜や窒化シリコン膜を使用しているのでゴミが付着しても除去し易い(硬度の高い窒化シリコン膜をカバー膜として全面を覆うと一層よい。)。更にケースに組み立てる場合、カバー膜19上に空間を設ける必要はなく、例えば樹脂封止を行なうことができ低コスト比に適している。

【0036】図3は本発明の固体撮像素子の第2の実施の形態を示す断面図である。

【0037】本実施の形態では、凹部15-1Aに、表面に凹部15-2を有する透明膜18を埋設し、凹部15-2に透明膜16Aを埋設している。透明膜16Aの表面は平坦とする。透明膜16Aは凹部15-1A、15-2の中心に近づくほど厚みを増している。この実施の形態の製造方法について説明する。第1の実施の形態と同様にして透明膜12A、凹部15-1Aの形成まで

を行なう。
【0038】次に、例えばシリカガラスを形成するための塗布液を用いて塗布膜を全面に形成しベークし、透明膜18(SOG膜)を形成する。これにより、半球状であった凹部15-1は透明膜18により下部が埋設され浅くなり、楕円体状の凹部15-2になる。つぎに窒化シリコン膜などの透明膜16Aを凹部15-2に埋設し、好ましくは表面を平坦化する。次に必要があればカバー膜19を形成する。

【0039】この実施の形態の場合、透明膜12Aの酸化シリコン膜と透明膜18のSOG膜とは、屈折率がほぼ等しく、また透明膜16Aの窒化シリコン膜の屈折率が高い。そのため、透明膜16Aのみがレンズとしてはたらく。

【0040】シリカ塗布直後は塗布膜上面は平坦であるが、ベークなどにより収縮すると、凹部15-2が形成される。すなわち、凹部15-1Aの断面がほぼ半円形状であるのに対し、凹部15-2の断面形状は、例えばシリカ塗布膜の収縮率が1/2であれば、長径・短径の

凹部15-1Aに直接透明膜16を埋設した第1の実施の形態に比べ約2倍となり、焦点距離も約2倍となる。シリカ塗布膜をベークしてSOG膜化するときの収縮率はシリカガラス膜を形成するための塗布液の含水量などの調整することにより簡単に変更できるので、レンズの焦点距離は容易に調整することが可能である。また必要ならばこのシリカ塗布・ベークの作業を複数回行っても焦点の調整をおこなってもよい。

【0041】これによって、第1の実施の形態の場合の透明膜12A、16Aの屈折率の比と、凹部15-1Aの曲率半径、透明膜12Aの厚さに加え、透明膜18と透明膜16Aの屈折率と、両者の厚さ(凹部15-2)、及び透明膜12Aの厚さによっても焦点を調整することができる。これにより、よりきめ細かい焦点調整が可能になり(設計の自由度が増し)、制御性が向上した。

【0042】次に本発明の第3の実施の形態について図4を参照しながら説明する。本発明の第3の実施の形態の固体撮像素子は、透明膜12Bの凹部15-1Bの中に、屈折率が透明膜12Bより高い透明膜16Bを有し、透明膜16Bは上部が凹状で、また透明膜16Bの厚さは凹部15-1Bの中心に近づくほど厚くなっている。

【0043】この実施の形態の製造方法について次に説明する。第1の実施の形態と同様にして透明膜12B、凹部15-1Bの形成までを行なう。つぎに、屈折率が、透明膜12B(酸化シリコン膜)に比べ高いガラス膜を形成するための塗布液、たとえばTiO₂(屈折率は2.3~2.5)やSrTiO₃とシリカガラスとの混合物などを含む塗布液を塗布し、ベークし、透明膜16Bを形成する。次に、必要があればカバー膜19を形成する。

【0044】本実施の形態の場合も、第2の実施の形態と同様に塗布膜をベークしてガラス化するときの収縮率を変えることにより、容易にレンズの焦点調整ができる。

【0045】本実施の形態では透明膜16B又はカバー膜19Aの表面は平坦にならないが、レンズ作用をなす透明膜16Bと透明膜12Bとの界面は露出していないのでレンズの損傷は受け難い。又、樹脂封止などを行なっても、透明膜16Bの表面の凹部の曲率は大きく、カバー膜19A上に空間を設けないことによる焦点距離の変化は小さく、予めそれを考慮して設計しておけばよい。

【0046】第2および第3の実施の形態において用いたシリカガラス系の透明膜の代りに、低融点ガラスのように、塗布時に液状で、後で固化し、収縮するものであれば使用できる。

【0047】次に第4の実施の形態を図5を参照しながら

【0048】第4の実施の形態の固体撮像素子は、透明膜12Cの表面の凹部15-1Cに埋設する透明膜16Cの断面が楕円形状をしている。これは透明膜16Cとして質の異なる多層膜や質が連続的に変化しているものを用いることにより形成できる。すなわち、第1の実施例と同様にして絶縁膜11の堆積までを行なう。

【0049】つぎに、CVD（化学的気相成長）法等により、酸化シリコン膜を堆積し、透明膜12Cを形成する。このとき、透明膜12Cの表面付近のリン濃度が高くなるようにする。方法としては、ノンドープの酸化シリコン膜堆積後にイオン注入法などによりリンを導入するか、酸化シリコン膜堆積の際に、シラン系ガスとともにホスフィン（PH₃）などのリン含有物を添加する量を制御することにより、リン濃度が表面から厚さ方向に単調に減少する酸化シリコン膜を堆積することができる。つぎに、図6（a）に示すように、フォトレジスト膜13によりN型拡散層05の直上に小さな開口14を設ける。つづいて、希フッ酸溶液などにより透明膜12Cを等方性エッチングを行う。このとき、透明膜12Cのエッチングレートは、図6（b）に示すように、深くなるにしたがい遅くなるので、凹部15-1Cの形状は、第1の実施の形態のように透明膜12のエッチレートが等しい場合は図7に示すように凹部15-1はほぼ半球状ないしかまぼこ状になるのに対して、図6（a）に示すように上下に押しつぶされたようなほぼ楕円体になる。凹部15-1Cの形状は透明膜12Cへのイオン注入条件やリンソース添加条件により調整することができる。

【0050】つぎに凹部15-1Cに透明膜16Cを埋設し、上面を平坦化しレンズを形成する。透明膜16Cは窒化シリコン膜など透明膜12Cより屈折率の高いものを使用する。つぎに透明膜16Cの上部をCMP法などにより平坦化するのが好ましい。つぎに必要があればカバー膜19を形成する。

【0051】以上説明した各実施の形態の固体撮像素子において、単板式カラーカメラに用いる場合、各画素に着色したカラーフィルターを形成する必要があるが、その場合は絶縁膜11と透明膜16、16A等の間に形成するか、透明膜16、16A等の上に形成すればよい。

【0052】図8（a）は本発明の固体撮像装置の第1の実施の形態の平面図、図8（b）は図8（a）のX-X線断面図である。

【0053】本発明の固体撮像素子の第1～第4の実施の形態のいずれか一つが作り込まれた固体撮像素子チップ25（複数の画素列が並列配置された撮像領域IAがほぼ中央部に設けられている。IAに隣接して、図示しない水平CCDレジスタや増幅器等が設けられているものとする。）の周囲を覆って透明樹脂28で封止されている。固体撮像素子チップ25と透明樹脂28は図示の

面保護のためシリコン樹脂等を間にはさんでもよい。カラーフィルターを使用した場合もカラーフィルター上面は平坦になるので適用可能である。

【0054】次に、本実施の形態の固体撮像装置の製造方法をしめす。まず、固体撮像素子チップ25をリードフレームのアイランド31にマウントして、次にボンディングワイヤー27で固体撮像素子チップ上の各端子（パッド）とピン26-1（アイランド31に連結している）、26-2（アイランド31とは切り離されている）とをそれぞれ接続する。次に、透明樹脂28により封止し、ピン26-1、26-2をフレームから切り離し、ピンの折り曲げを行なう。

【0055】前述した本発明の固体撮像素子の第1、第2、第4の実施の形態では平面が平坦であるので、透明樹脂28の屈折率が透明膜16、16A、16Cと異なってもレンズ作用に影響はない。第3の実施の形態では多少の影響はあるが、透明膜16Bの上面の曲率が凹部15-1Bの曲率より大きいのでレンズ作用は失われないので、透明樹脂28による影響を予め考慮に入れて焦点距離等を設計しておけばよい。

【0056】固体撮像素子チップの上面に空間を設ける必要がなく、直接透明樹脂等を接触させることができるので、樹脂封止可能であり安価に製造できる。

【0057】図9（a）は本発明の固体撮像装置の第2の実施の形態を示す平面図、図9（b）は図9（b）のX-X線断面図である。

【0058】これは透明樹脂28A（樹脂封止材）の表面を凸状にして固定焦点レンズ29を設け、またレンズ29以外の透明樹脂28A表面を遮光膜30（絶縁性の黒色塗料）で覆っている。製造方法は、透明樹脂28A形成時にレンズ29も一緒にモールド形成する。そのあと、レンズ面以外の透明樹脂表面に遮光膜30を形成すればよい。

【0059】固定焦点レンズを撮像レンズとして使用できるので、簡易型カメラとして好適である。なお、樹脂封止材で固定焦点レンズを構成する代りに、ガラス製のレンズを貼り付けてもよい。

【0060】以上、CCD型固体撮像素子及びCCD型固体撮像装置を例にして説明したが、MOS型などそれ以外の固体撮像素子及び固体撮像装置にも本発明は適用可能である。

【0061】

【発明の効果】本発明の固体撮像素子は、第1の透明膜と第1の凹部を設けて第2の透明膜を埋設したレンズを有しているのでレンズが突出していないので機械的損傷をうけにくく、ゴミ付着しても、ブローなどを使い簡単に除去できる。このため製造ラインはクリーン度が低くてもすみコストが低減できる。また表面が平坦もしくはほぼ平坦であるので、上面に空間を有してケースに組立

11

可能である。更に、透明樹脂で封止して固定焦点レンズを設ければ、簡易型カメラを安価に提供できる。

【0062】また、レンズを窒化シリコン膜などの樹脂膜に比べて硬い無機物で構成することにより機械的強度や耐熱性を向上できる。更に全面を硬度の高いカバー膜で被覆しておくことができるので、機械的損傷に一層強くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像素子の第1の実施の形態を示す平面図（図1（a））および図1（a）のX-X線断面図（図1（b））である。

【図2】本発明の固体撮像素子の第1の実施の形態の製造方法について説明するための（a）～（c）に分図して示す工程順断面図である。

【図3】本発明の固体撮像素子の第2の実施の形態を示す断面図である。

【図4】本発明の固体撮像素子の第3の実施の形態を示す断面図である。

【図5】本発明の固体撮像素子の第4の実施の形態を示す断面図である。

【図6】本発明の固体撮像素子の第4の実施の形態の製造方法について説明するための断面図（図6（a））及びグラフ（図6（b））である。

【図7】本発明の固体撮像素子の第4の実施の形態の製造方法について説明するための断面図（図7（a））及びグラフ（図7（b））である。

【図8】本発明の固体撮像素子の第1の実施の形態の平面図（図8（a））及び図8（a）のX-X線断面図（図8（b））である。

【図9】本発明の固体撮像素子の第2の実施の形態の平面図（図9（a））及び図9（a）のX-X線断面図である。

【図10】固体撮像素子の第1の従来例を示す断面図である。

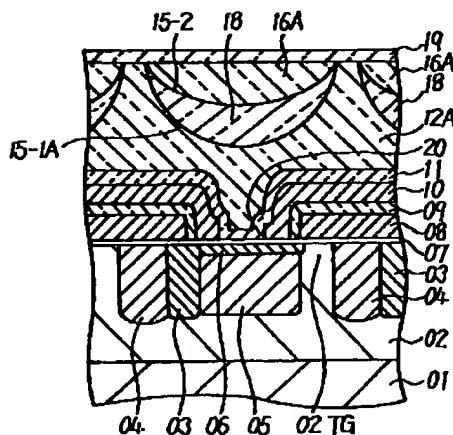
12

【図11】固体撮像素子の第2の従来例を示す断面図である。

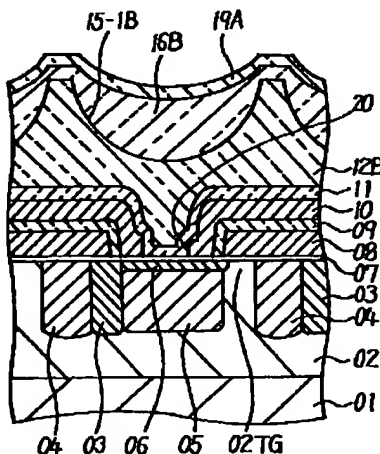
【符号の説明】

- 01 N型シリコン基板
- 02 Pウェル
- 03 素子分離領域
- 04 電荷転送領域
- 05 N型拡散層（光電変換部）
- 06 P+型拡散層
- 07 ゲート絶縁膜
- 08 第1の電荷転送電極
- 09 酸化シリコン膜
- 10 遮光膜
- 11 絶縁膜
- 12, 12A, 12B, 12C 透明膜
- 13 フォトリソグ膜
- 14 開口
- 15-1, 15-1A, 15-1B, 15-1C, 15-2 凹部
- 16, 16A, 16B, 16C 透明膜
- 18 透明膜
- 19 カバー膜
- 20 開口
- 21 平坦化層
- 22 オンチップレンズ
- 23 シリカガラス
- 24 凸レンズ
- 25, 25A 固体撮像素子チップ
- 26-1, 26-2 ピン
- 27 ボンディングワイヤ
- 28, 28A 透明樹脂
- 29 レンズ
- 30 遮光膜
- 31 アイランド

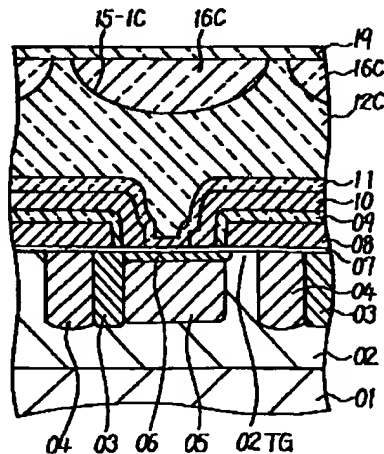
【図3】



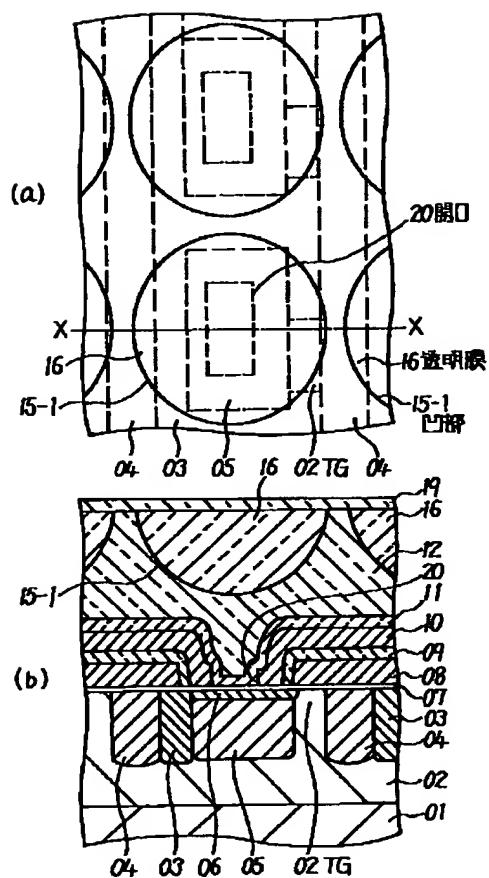
【図4】



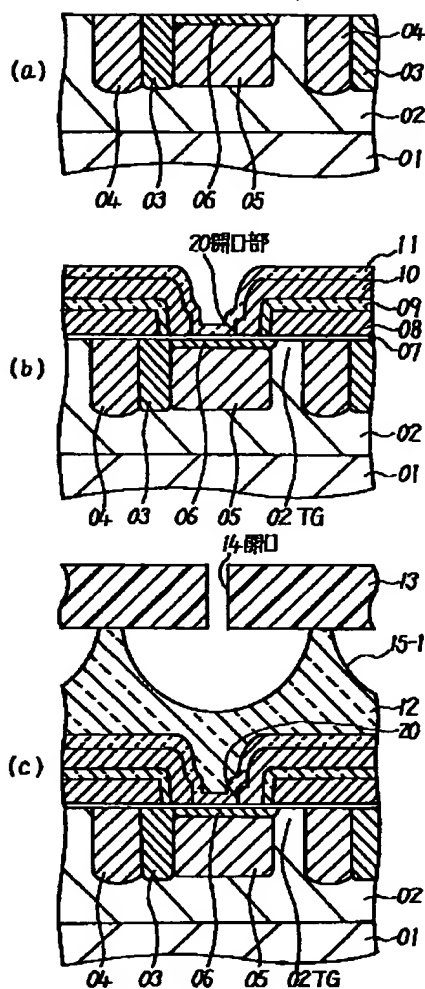
【図5】



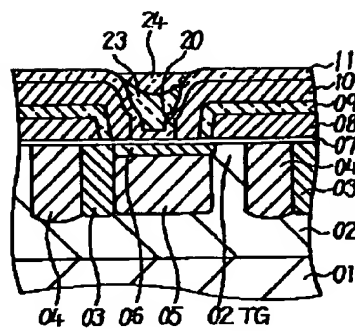
【図1】



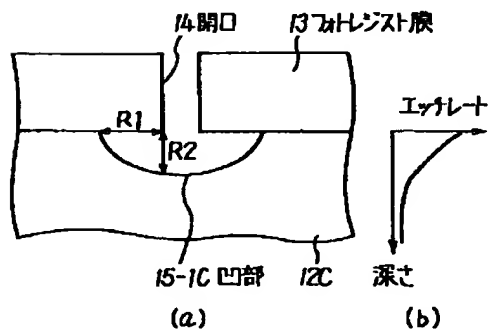
【図2】



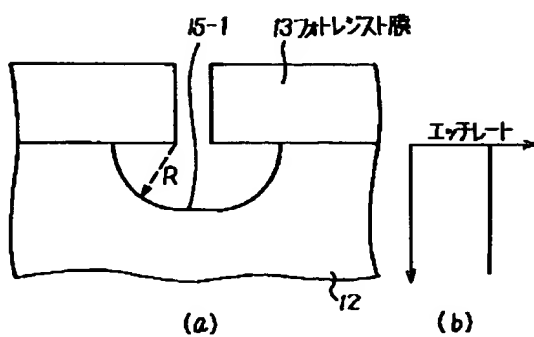
【図11】



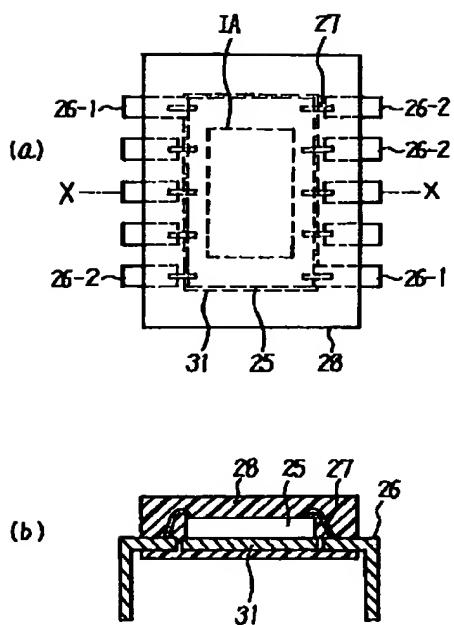
【図6】



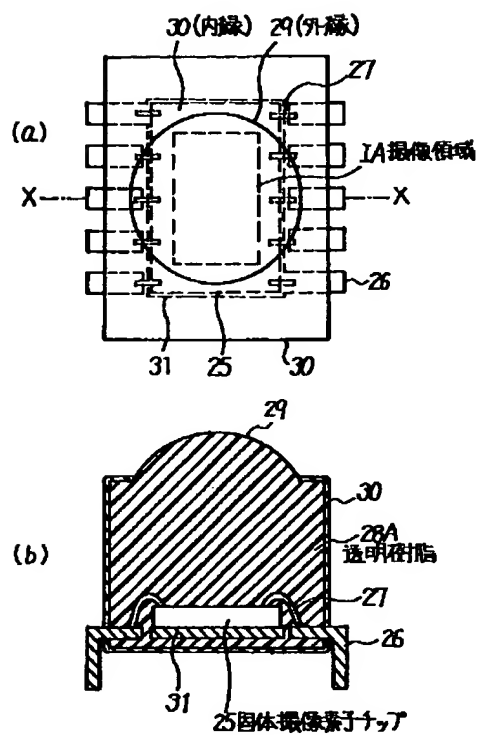
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

